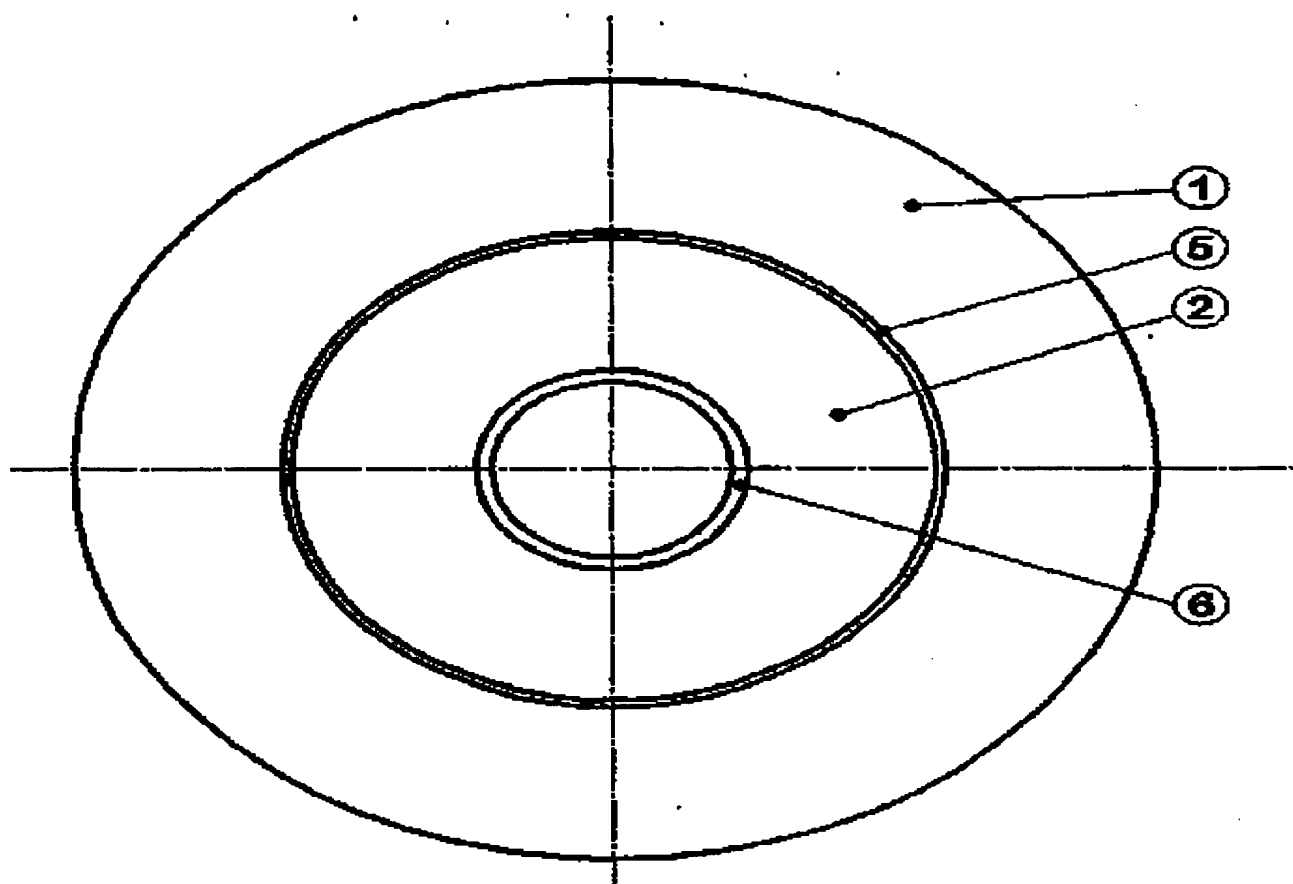


AN: PAT 1998-481870  
TI: Contactless monitoring arrangement for rotary machine part  
has primary ferromagnetic part with only one gap partly or  
completely passed through from inner edge to outer edge or has  
secondary ferromagnetic part with only one gap  
PN: DE19707860-A1  
PD: 10.09.1998  
AB: The arrangement includes a transformer whose primary part  
is stationary and whose ferromagnetic parts include circular  
inner contours. A secondary part is arranged on the rotary  
machine part and is separated by an air gap. The secondary part  
has circular outer contours and a sensor or switch which is  
connected to the secondary windings using electrical wires. The  
secondary part changes the impedance of the sensor or the  
switch in dependence of physical values. The primary  
ferromagnetic part has only one gap partly or completely passed  
through from the inner edge to the outer edge. The secondary  
ferromagnetic part may have only one gap partly or completely  
passed through from the inner edge to the outer edge. The  
primary ferromagnetic part and the secondary ferromagnetic part  
may have only one gap partly or completely passed through from  
the inner edge to the outer edge.; USE - E.g. for rotor of  
asynchronous machine or synchronous machine, for monitoring e.g.  
temperature of rotor. ADVANTAGE - Provides frequency of  
voltages and current in secondary part independent of frequency  
of primary voltage and current.  
PA: (SEIF/) SEIFERT D;  
IN: SEIFERT D;  
FA: DE19707860-A1 10.09.1998; DE19707860-C2 06.05.1999;  
CO: DE;  
IC: G08C-017/04; G08C-019/46; H01F-038/00; H02H-007/00;  
H02K-011/00; H02M-005/04;  
MC: V02-G01A; V02-G02; V06-M14; W05-D03X; X11-J04;  
DC: V02; V06; W05; X11;  
FN: 1998481870.gif  
PR: DE1007860 27.02.1997;  
FP: 10.09.1998  
UP: 06.05.1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

02P06856



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 197 07 860 C 2

⑳ Aktenzeichen: 197.07 860.5-32  
㉔ Anmeldetag: 27. 2. 97  
㉕ Offenlegungstag: 10. 9. 98  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 5. 99

㉗ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 08 C 17/04**

G 08 C 19/46  
H 01 F 38/00  
H 02 K 11/00  
H 02 M 5/04  
H 02 H 7/00

DE 197 07 860 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉚ Patentinhaber:  
Seifert, Dieter, Dr., 94060 Pocking, DE

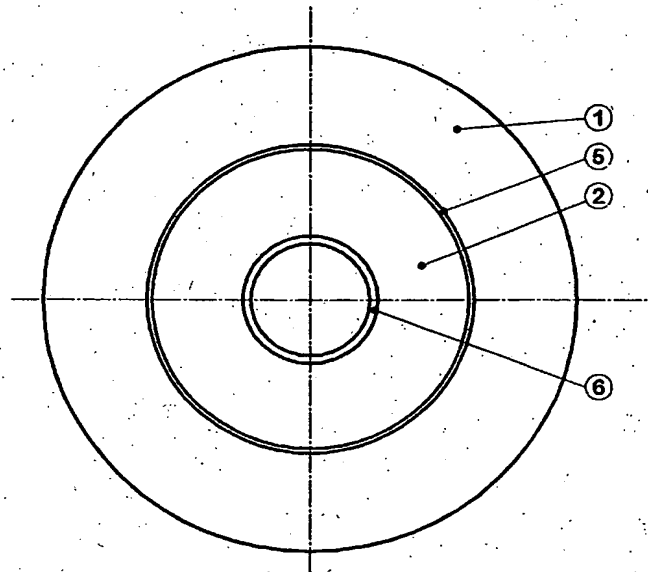
㉛ Erfinder:  
gleich Patentinhaber

㉜ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE - 33 13 418 C2  
DE 40 30 124 A1  
DE 25 09 002 A1

㉝ Anordnung zur berührungslosen Überwachung der physikalischen Größen eines rotierenden Maschinenteils

㉞ Anordnung zur berührungslosen Überwachung von physikalischen Größen eines rotierenden Maschinenteils, bestehend aus einem Übertrager, dessen Primärteil stationär befestigt ist und dessen ferromagnetischen Teile kreisrunde Innenkonturen besitzen und einem durch einen Luftspalt getrennten, auf dem rotierenden Maschinenteil befestigten Sekundärteil, dessen ferromagnetischen Teile kreisrunde Außenkonturen besitzen und mit mindestens einem über elektrische Leitungen an die Sekundärwicklung angeschlossenen Sensor oder Schalter, der eine von der physikalischen Größe abhängige Veränderung der Impedanz des Sensors oder des Schalters bewirkt, dadurch gekennzeichnet, daß der ferromagnetische Primärteil (1) des Übertragers oder der ferromagnetische Sekundärteil (2) des Übertragers oder beide aus einzelnen, in axialer Richtung zu einem Blechpaket geschichteten Blechen mit kreisrunder Innenkontur bzw. Außenkontur bestehen und daß der primäre ferromagnetische Teil nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt (11) besitzt oder der sekundäre ferromagnetische Teil nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt (12) besitzt oder der primäre ferromagnetische Teil und der sekundäre ferromagnetische Teil jeweils nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt besitzen.



DE 197 07 860 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur berührungslosen Überwachung von physikalischen Größen eines rotierenden Maschinenteils nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Das rotierende Maschinenteil kann z. B. der Läufer einer Asynchronmaschine oder einer Synchronmaschine sein. Die zu überwachende Größe kann z. B. die Temperatur des Läuferstabes der Asynchronmaschine oder der Erregerwicklung der Synchronmaschine sein.

Eine derartige Anordnung ist z. B. aus der DE 25 09 002 A1 oder der DE 33 13 418 C2 bekannt. Die darin beschriebene Anordnungen bestehen u. a. aus einem Übertrager bzw. Transformator mit einem feststehenden Primärteil und einem rotierenden Sekundärteil.

Die Anordnung zeichnet sich dadurch aus, daß die Frequenz der Spannungen und Ströme im Sekundärteil drehzahlunabhängig der Frequenz der primären Spannungen und Ströme entspricht.

An die Sekundärwicklung können z. B. Thermoschalter oder Kaltleiter angeschlossen werden. Bei einer bestimmten Temperatur ändert sich die Impedanz des Sensors. Beispielsweise öffnet der Thermoschalter einen Kontakt oder der Kaltleiter erhöht seinen ohmschen Widerstand nahezu sprungartig. Dadurch verändert sich natürlich auch die Impedanz des gesamten Sekundärkreises. Diese Impedanzänderung kann man auch auf der Primärseite erkennen. Ist z. B. die Primärseite an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen, so fließt bei geschlossenem Kontakt (kleine Impedanz) ein großer Primärstrom. Öffnet der Kontakt (große Impedanz), dann fließt auf der Primärseite ein kleinerer Strom.

Den Unterschied im Primärstrom kann man meßtechnisch einfach auswerten. Die Temperatur des Läufers läßt sich dadurch einfach, sicher und berührungslos überwachen. Der Läufer kann z. B. durch Abschalten der Maschine vor zu großer Erwärmung und vor Beschädigung bewahrt werden.

**Bild 1** zeigt einen möglichen Aufbau einer bekannten Anordnung in der Ansicht,

**Bild 2** zeigt den Aufbau im Schnitt.

Der Übertrager besteht aus dem primären Eisenkern (1), dem sekundären Eisenkern (2), der Primärwicklung (3), der Sekundärwicklung (4) und einer Nabe (6) zur Aufnahme der Läuferwelle der zu überwachenden Maschine. Zwischen dem primären und dem sekundären Eisenkern befindet sich ein Luftspalt (5).

Für die Wirkungsweise dieser Anordnung ist es wichtig, daß der Impedanz-Unterschied der Sekundärseite zu einem möglichst großen Unterschied des Primärstromes führt, d. h. daß der Übertrager eine möglichst hohe Empfindlichkeit besitzt. Dies läßt sich durch einen kleinen Luftspalt zwischen Primärseite und Sekundärseite, durch eine geringe Sättigung, durch kleine Streureaktanzen und Wicklungswiderstände sowie durch das weitgehende Vermeiden von Wirbelströmen erreichen.

Die Wirkung der Wirbelströme kann man im Ersatzbild des Übertragers (**Bild 3**) durch den Strom  $I_{Fe}$ , der durch den Widerstand  $R_{Fe}$  fließt, nachbilden. Man sieht, daß bei großen Wirbelströmen (großer Strom  $I_{Fe}$ ) schon im Leerlauf ( $I_2 = 0$ ) des Übertragers ein großer Primärstrom  $I_1$  fließt. Bei zusätzlichem Sekundärstrom  $I_2$  erhöht sich der Primärstrom schon von einem höheren Niveau aus. Die Empfindlichkeit ist geringer als bei kleinen Wirbelströmen. Ein weiterer Nachteil von Wirbelströmen ist die mit ihnen verbundene Wärmeentwicklung.

In der DE 25 09 002 A1 wird ein Aufbau der Blechpakete mit einzelnen U- oder L-förmigen Blechen gezeigt, wobei

die Bleche zu Ringen geschichtet werden. Die Bleche sind in tangentialer Richtung der Bleche geschichtet. Diese Anordnung erfüllt im Prinzip die Forderung nach einer Verhinderung von Wirbelströmen. Nachteilig ist allerdings der hierzu notwendige hohe Fertigungsaufwand und die damit verbundenen hohen Kosten.

In der DE 40 30 124 A1 wird beschrieben, wie die Wirbelströme im Eisenkern eines induktiven Bauelementes mit tangentialer Schichtung des Kernmaterials durch einen Schlitz in radialer Richtung vermieden werden. Für die Übertragung von physikalischen Größen von einem rotierenden auf einen feststehenden Maschinenteil ist diese Anordnung nicht geeignet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, für die Überwachung des Läufers einen einfach aufgebauten, einfach zu fertigenden und damit kostengünstigen Übertrager zu beschreiben, der vor allem die Entstehung von Wirbelströmen auf einfache Weise vermeidet.

Für die Vermeidung von Wirbelströmen ist die Kenntnis der Wirbelstrombahnen (Stromdichte-Linien) wichtig. Um sie zu ermitteln, kann man sich von dem Gedanken leiten lassen, daß die Wirbelströme ähnlich verlaufen, wie die sie erzeugenden Ströme (siehe hierzu auch: Induktionsgesetz, Lenzsche Regel). In **Bild 4** sind in die Draufsicht des Übertragers auch einige Wirbelstrombahnen (9) im primären Eisenkern und einige Wirbelstrombahnen (10) im sekundären Eisenkern eingezeichnet. **Bild 5** zeigt den Übertrager im Schnitt und die entsprechenden Wirbelstrombahnen. Da der Primärstrom (7) in der Primärwicklung (3) und der Sekundärstrom (8) in der Sekundärwicklung (4) in tangentialer Richtung fließen, entstehen auch tangential gerichtete Wirbelströme in den Eisenteilen. Um die Wirbelströme zu verhindern, ist eine einzige Unterbrechung der Wirbelstrombahnen ausreichend.

Die Vermeidung von Wirbelströmen zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Übertragers wird erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend beschrieben.

**Bild 6** zeigt die Draufsicht des Übertragers mit einem primären Spalt (11) und einem sekundären Spalt (12).

In **Bild 7** ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in der Draufsicht dargestellt.

**Bild 8** zeigt hierzu das Schnittbild. Es wird die Temperaturüberwachung des Läuferkäfigs einer Asynchronmaschine betrachtet.

**Bild 9** zeigt ein Prinzipbild der Läuferüberwachung.

Der primäre Eisenkern (1) ist aus kreisrunden Blechen gefertigt. Es wurden zwei verschiedene Blechschnitte (mit gleichem Außendurchmesser, aber mit verschiedenen Innendurchmessern) verwendet. Das Blechpaket kann durch Schweißnähte, Nieten oder Schrauben zusammengehalten werden. Das Blechpaket weist drei Löcher (16) auf, die zur Aufnahme von Schrauben für die Befestigung des Primärteils am Fettkammerdeckel dienen.

Der sekundäre Eisenkern (2), der ebenfalls mit zwei Blechschnitten gefertigt wurde, ist auf eine Hülse (6) aufgezogen, die die Welle der zu überwachenden Maschine aufnehmen kann. Der sekundäre Eisenkern (2) kann z. B. durch Schweißnähte (17) auf der Hülse (6) gesichert werden.

Primär- und Sekundärwicklungen sind auf nach außen offene Spulenträger (18) und (19) aufgewickelt. Durch die radialen Spalte (11, 12) der Blechpakete werden die Wicklungsenden (20, 21) aus den Eisenkernen geführt.

Die Sekundärwicklung (4) wird über elektrische Leitungen (13) entlang der Welle (15) der zu überwachenden Maschine mit einem Thermoschalter (14) verbunden, der entfernt vom Übertrager z. B. am Kurzschlußring der Asyn-

chronmaschine befestigt ist. Bei niedriger Temperatur ist der Kontakt des Thermoschalters geschlossen. Der Kontakt öffnet bei der eingestellten höheren Temperatur.

Die Primärwicklung (3) wird über elektrische Leitungen direkt mit dem normalen 50 Hz-Wechselstromnetz (22) verbunden. Mit einer einfachen Elektronik-Schaltung (23) wird die Höhe des Primärstromes gemessen. Sinkt der Primärstrom unter einen bestimmten Schwellwert, so löst die Elektronik (23) einen Alarm aus oder schaltet die Asynchronmaschine vom Netz ab.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur berührungslosen Überwachung von physikalischen Größen eines rotierenden Maschinenteils, bestehend aus einem Übertrager, dessen Primärteil stationär befestigt ist und dessen ferromagnetischen Teile kreisrunde Innenkonturen besitzen und einem durch einen Luftspalt getrennten, auf dem rotierenden Maschinenteil befestigten Sekundärteil, dessen ferromagnetischen Teile kreisrunde Außenkonturen besitzen und mit mindestens einem über elektrische Leitungen an die Sekundärwicklung angeschlossenen Sensor oder Schalter, der eine von der physikalischen Größe abhängige Veränderung der Impedanz des Sensors oder des Schalters bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der ferromagnetische Primärteil (1) des Übertragers oder der ferromagnetische Sekundärteil (2) des Übertragers oder beide aus einzelnen, in axialer Richtung zu einem Blechpaket geschichteten Blechen mit kreisrunder Innenkontur bzw. Außenkontur bestehen und daß der primäre ferromagnetische Teil nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt (11) besitzt oder der sekundäre ferromagnetische Teil nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt (12) besitzt oder der primäre ferromagnetische Teil und der sekundäre ferromagnetische Teil jeweils nur einen einzigen vom inneren Rand zum äußeren Rand ganz oder teilweise durchlaufenden Spalt besitzen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Thermoschalter sind.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Druckschalter sind.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Kaltleiter sind.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Heißleiter sind.
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren Widerstandsleiter sind.
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensoren parallel geschaltet sind.
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensoren in Reihe geschaltet sind.
9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanzänderung der Sekundärseite durch Messen des Primärstromes erfaßt wird.
10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Impedanzänderung der Sekundärseite durch Messen der Primär-

spannung erfaßt wird.

11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Primärseite eine elektrische Energiequelle angeschlossen ist.

12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Energiequelle das normale Wechselstromnetz mit einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz dient.

13. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärseite des Übertragers am Lagerschild der zu überwachenden Maschine befestigt wird.

14. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärseite des Übertragers am Fettkammerdeckel der zu überwachenden Maschine befestigt wird.

15. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärseite des Übertragers am Ständergehäuse der zu überwachenden Maschine befestigt wird.

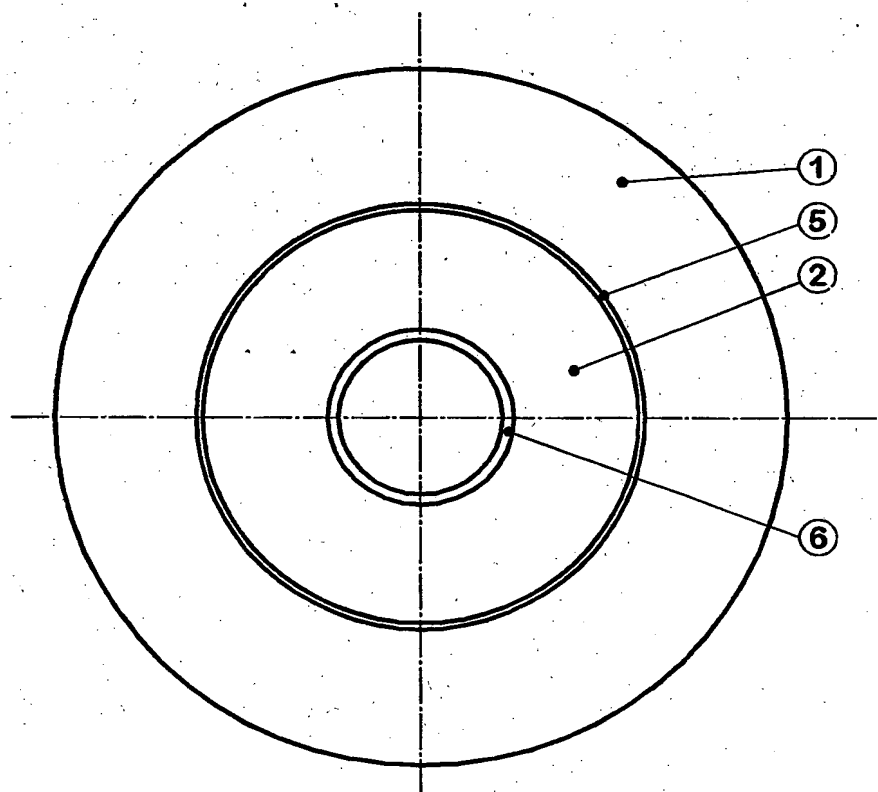
16. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärseite des Übertragers elektrisch mit einem Auslösegerät und der Energieversorgung verbunden ist.

17. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrager kurzschlußfest ausgeführt ist.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

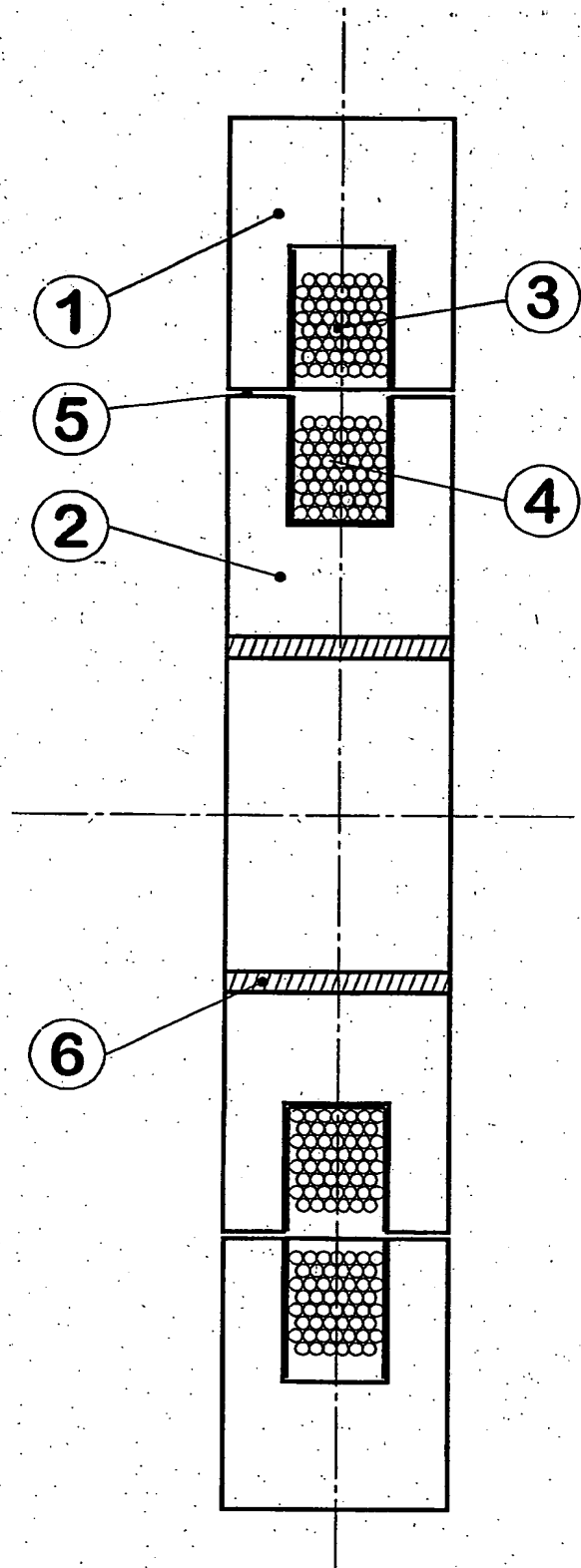
---



**Bild 1**

**St.d.T.**





**Bild 2 St.d.T.**

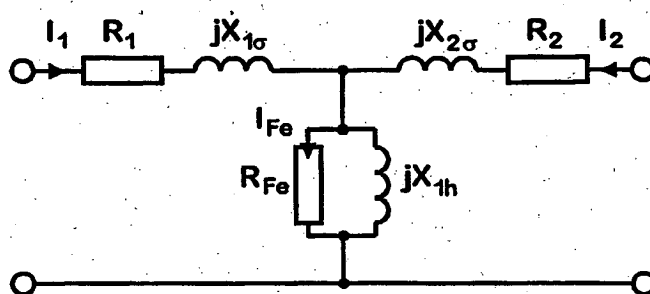
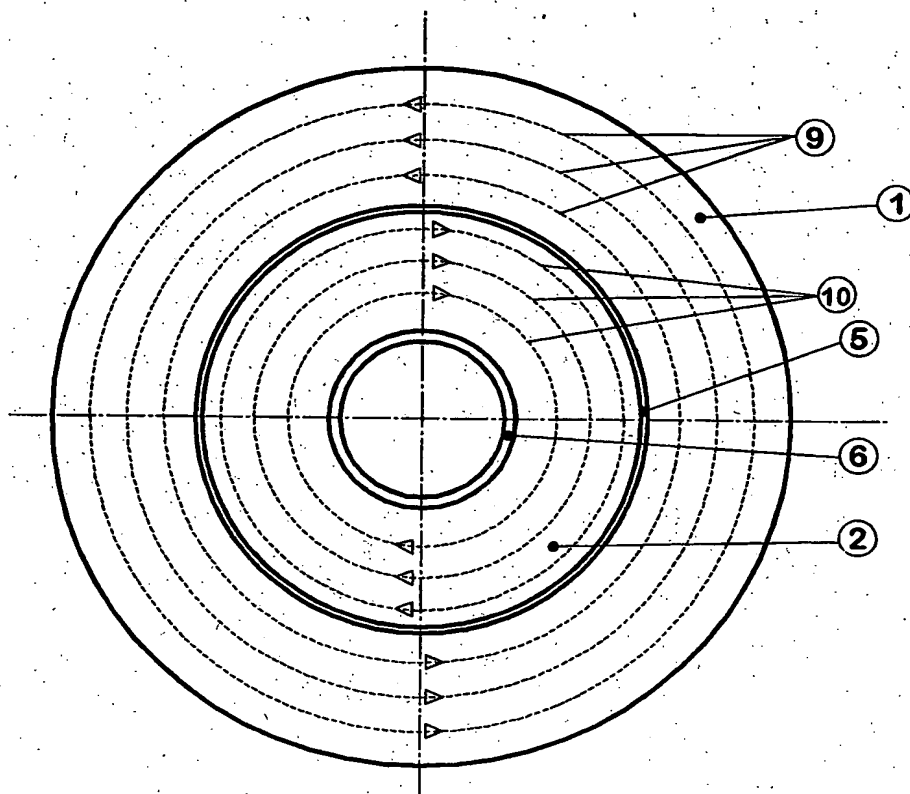
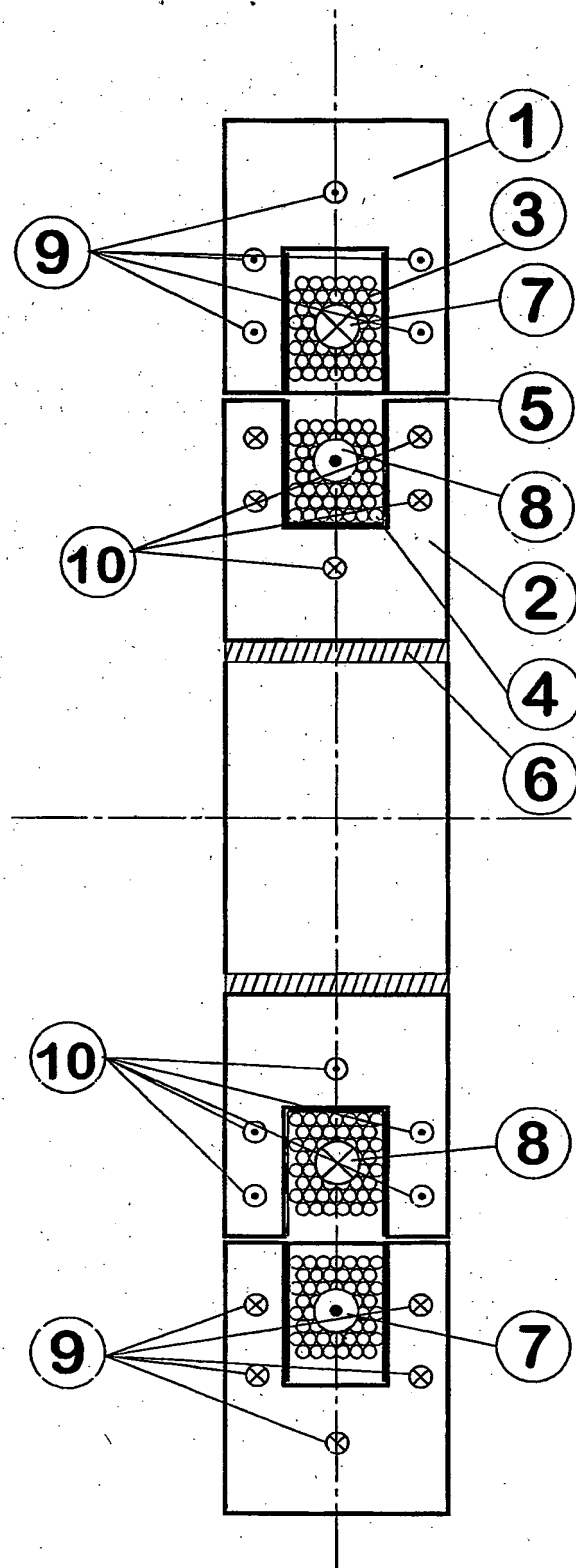


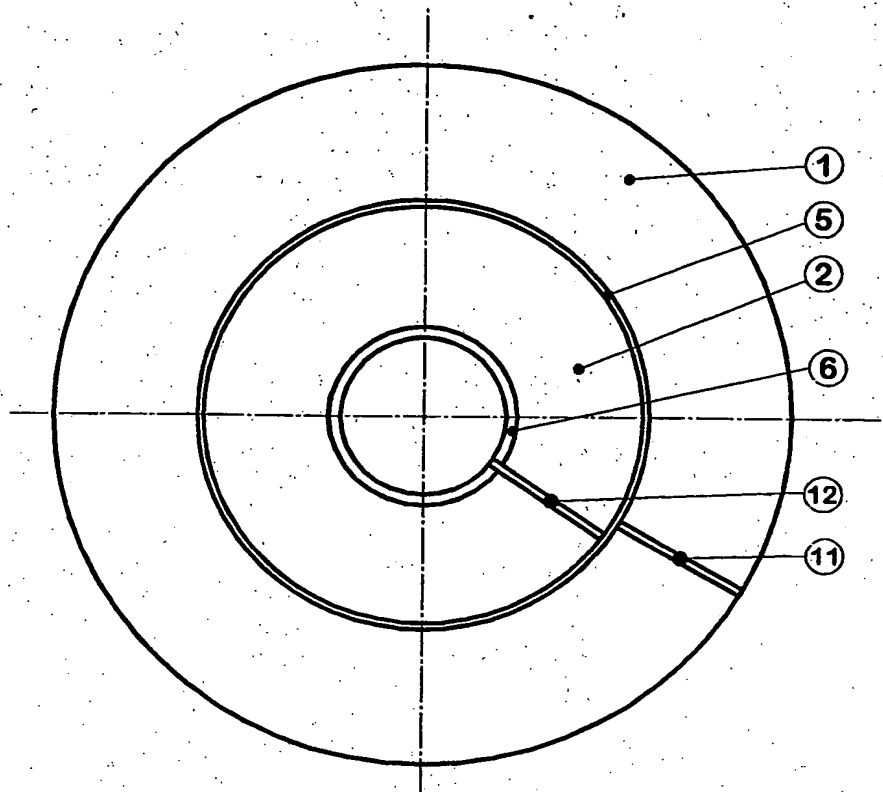
Bild 3 St.d.T.



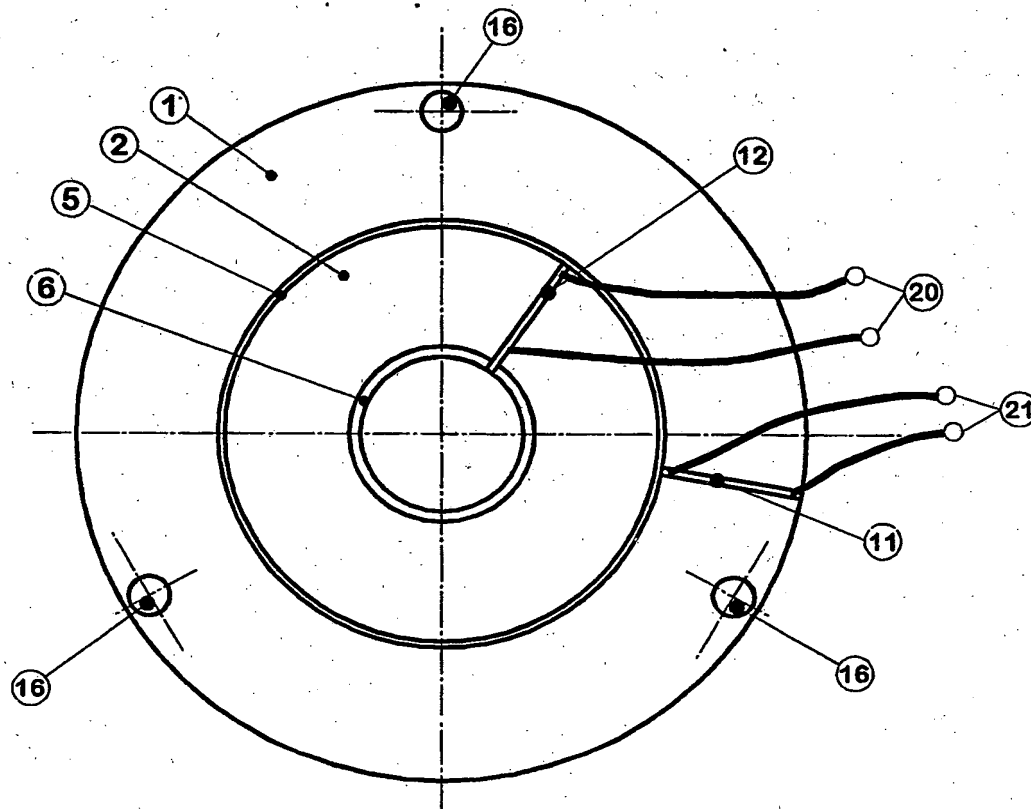
**Bild 4 St.d.T.**



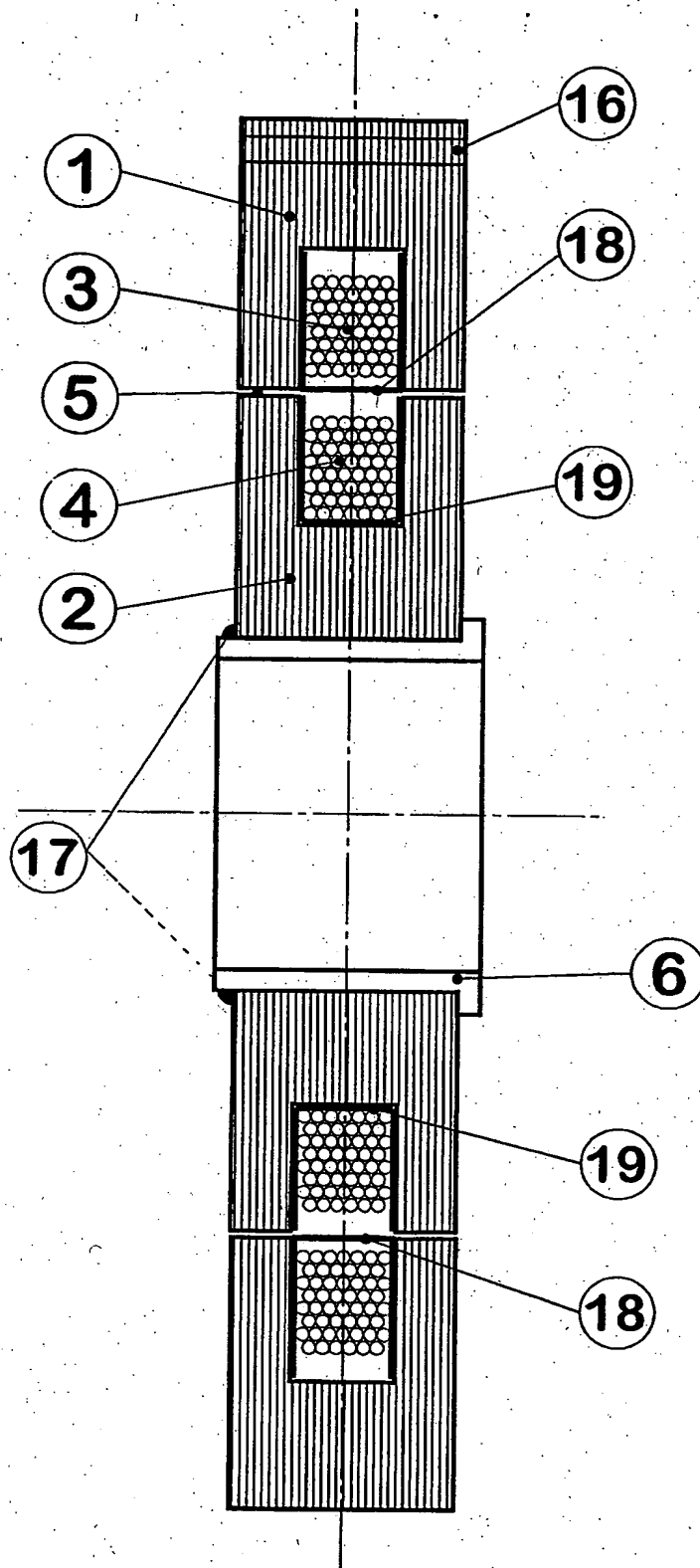
**Bild 5 St.d.T.**



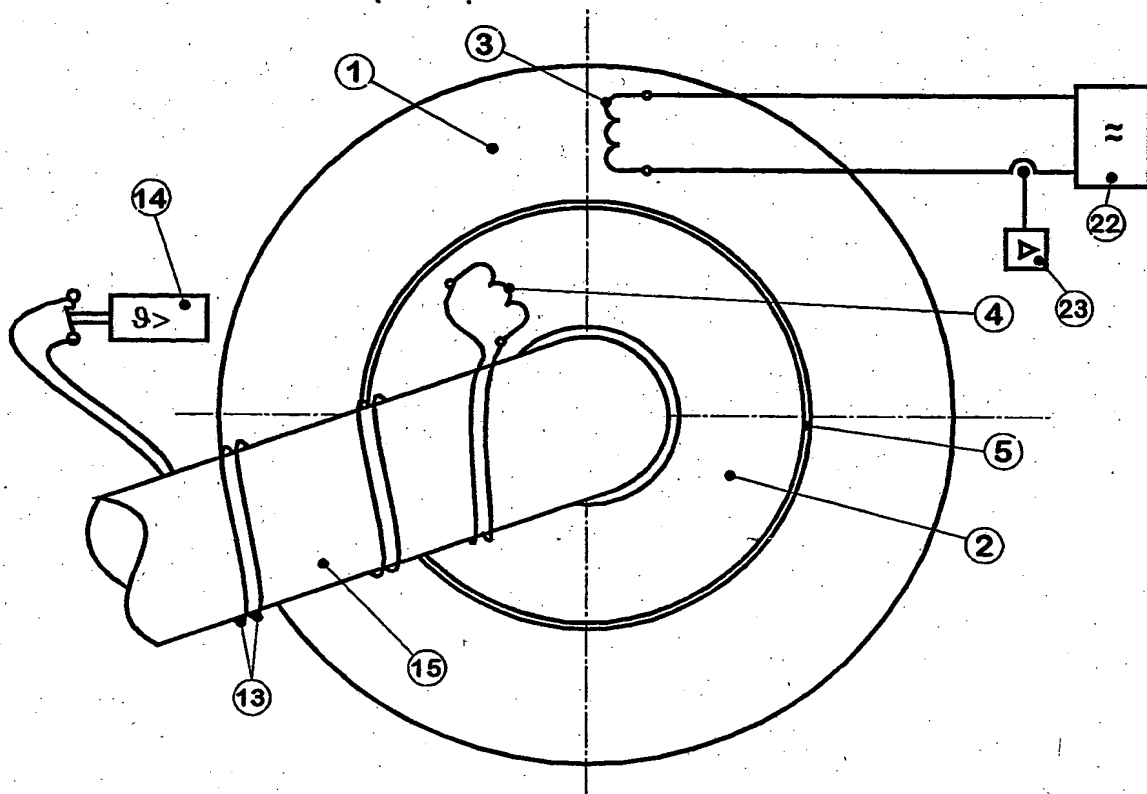
**Bild 6**



**Bild 7**



## Bild 8



**Bild 9**